

Органическое вещество А состава $C_xH_yN_zO_{4z}$ содержит 50,3% углерода по массе. При сгорании 8,35 г этого вещества образуется 560 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А образуется при действии смеси азотной и серной кислот на кислородсодержащее соединение Б.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А действием смеси азотной и серной кислот.

Решение

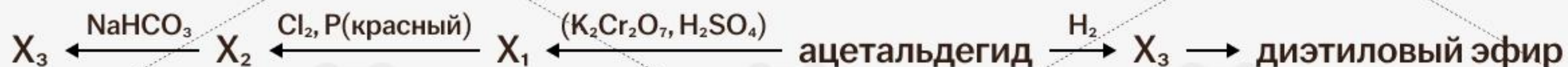
$$n(C) = \frac{m(\text{в-ва}) \cdot \omega(C)}{M(C)} = \frac{8,35 \text{ г} \cdot 0,503}{12 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_M} = \frac{0,560 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

$$n(N) = 2n(N_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(O) = 4n(N) = 0,2 \text{ моль}$$

Напишите уравнения реакций, с помощью которых можно осуществить следующие превращения:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

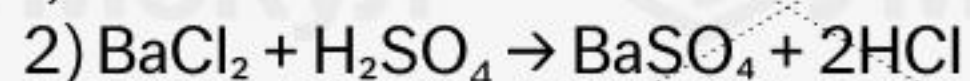
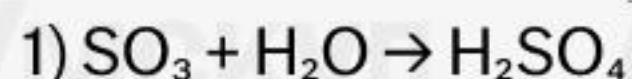
Решение

- 1) $3\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{smallmatrix} + \text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 + 4\text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow$
 $\rightarrow 3\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{Cr}_2(\text{SO}_4)_3 + 4\text{H}_2\text{O}$
- 2) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{Cl}_2 \xrightarrow{\text{P}_{\text{красный}}} \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{HCl}$
- 3) $\text{Cl}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{OH} \end{smallmatrix} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Cl}-\text{CH}_2-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{ONa} \end{smallmatrix} + \text{CO}_2 \uparrow + \text{H}_2\text{O}$
- 4) $\text{H}_3\text{C}-\text{C}\begin{smallmatrix} \text{O} \\ // \\ \text{H} \end{smallmatrix} + \text{H}_2 \xrightarrow{\text{Ni}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH}$
- 5) $2\text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{OH} \xrightarrow{140^\circ\text{C}, \text{H}_2\text{SO}_4 \text{ конц}} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Олеум массой 6,76 г, в котором массовая доля серы равна 37,87%, растворили в избытке воды. Полученный раствор добавили к 80 мл раствора хлорида бария с молярной концентрацией 1,5 моль/л и плотностью 1,15 г/мл. В образовавшемся растворе массовая доля хлорида бария составила 7,91%. Вычислите объем воды, использованный для растворения олеума.

В ответе запишите уравнения реакций, которые указаны в условии задачи, и приведите все необходимые вычисления (указывайте единицы измерения и обозначения искомых физических величин).

Решение:



Пусть $n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = x$ моль, а $n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = y$ моль.

$$m(\text{олеума}) = m_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) + m_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 80x + 98y = 6,76 \text{ г}$$

Определим количество серы:

$$m(\text{S}) = m(\text{олеума}) \cdot \omega(\text{S}) = 6,76 \text{ г} \cdot 0,3787 = 2,56 \text{ г}$$

$$n(\text{S}) = m(\text{S}) / M(\text{S}) = 2,56 \text{ г} / 32 \text{ г/моль} = 0,08 \text{ моль}$$

С другой стороны

$$n(\text{S в SO}_3) = n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = x \text{ моль}$$

$$n(\text{S в H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = y \text{ моль}$$

$$n(\text{S}) = n(\text{S в SO}_3) + n(\text{S в H}_2\text{SO}_4) = x + y = 0,08 \text{ моль}$$

Составим систему уравнений:

$$x + y = 0,08$$

$$80x + 98y = 6,76$$

$$x = 0,06, y = 0,02$$

$$n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = x = 0,06 \text{ моль, а } n_{\text{олеум}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = y = 0,02 \text{ моль}$$

$$n_1(\text{H}_2\text{SO}_4) = n_{\text{олеум}}(\text{SO}_3) = 0,06 \text{ моль}$$

$$n_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,06 \text{ моль} + 0,02 \text{ моль} = 0,08 \text{ моль}$$

Определим количество оставшегося хлорида бария:

$$n(\text{BaCl}_2) = c \cdot V = 1,5 \text{ моль/л} \cdot 0,08 \text{ л} = 0,12 \text{ моль}$$

$$n_{\text{реак.}}(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaSO}_4) = n_{\text{общ.}}(\text{H}_2\text{SO}_4) = 0,08 \text{ моль}$$

$$n_{\text{ост.}}(\text{BaCl}_2) = 0,12 \text{ моль} - 0,08 \text{ моль} = 0,04 \text{ моль}$$

$$m_{\text{ост.}}(\text{BaCl}_2) = n(\text{BaCl}_2) \cdot M(\text{BaCl}_2) = 0,04 \text{ моль} \cdot 208 \text{ г/моль} = 8,32 \text{ г}$$

Определим массу раствора карбоната натрия:

$$m'(\text{р-ра}) = m_{\text{ост.}}(\text{BaCl}_2) / \omega(\text{BaCl}_2) = 8,32 \text{ г} / 0,0791 = 105,18 \text{ г}$$

$$m(\text{BaSO}_4) = n(\text{BaSO}_4) \cdot M(\text{BaSO}_4) = 0,08 \text{ моль} \cdot 233 \text{ г/моль} = 18,64 \text{ г}$$

$$m_{\text{р-ра}}(\text{BaCl}_2) = V \cdot \rho = 1,15 \text{ г/мл} \cdot 80 \text{ мл} = 92 \text{ г}$$

Выразим массу воды, использованной для растворения олеума:

$$m'(\text{р-ра}) = m(\text{олеума}) + m(\text{H}_2\text{O}) + m_{\text{р-ра}}(\text{BaCl}_2) - m(\text{BaSO}_4) = 6,76 \text{ г} + m(\text{H}_2\text{O}) + 92 \text{ г} - 18,64 \text{ г} = 105,18 \text{ г}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = 105,18 \text{ г} + 18,64 \text{ г} - 6,76 \text{ г} - 92 \text{ г} = 25,06 \text{ г}$$

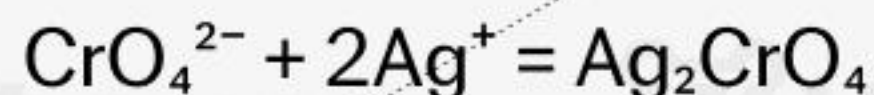
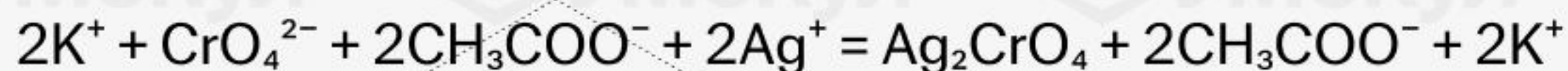
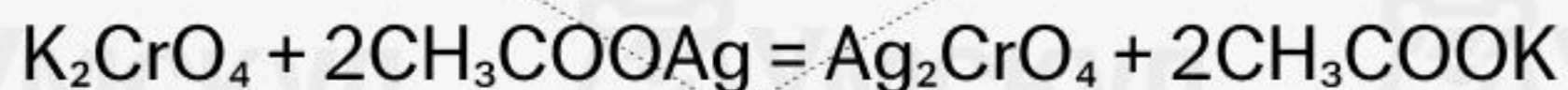
$$V(\text{H}_2\text{O}) = m / \rho = 25,06 \text{ г} / 1 \text{ г/мл} = 25,06 \text{ мл}$$

Для выполнения заданий 29 и 30 используйте следующий перечень веществ: хромат калия, оксид серы(IV), нитрит калия, хлор, ацетат серебра, хлорид кальция.

Допустимо использование водных растворов веществ.

Из предложенного перечня выберите два вещества, при протекании реакции ионного обмена между которыми выпадает осадок из окрашенного раствора. Запишите молекулярное, полное и сокращенное ионные уравнения реакции с участием выбранных веществ.

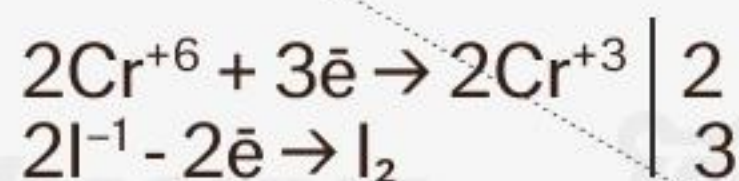
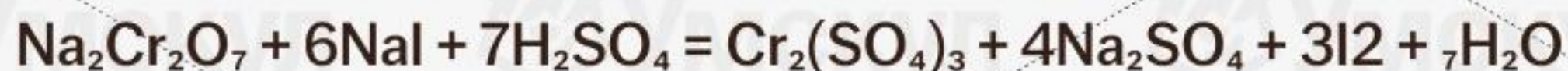
Решение:



№29 и 30

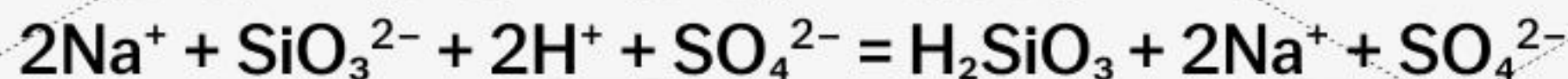
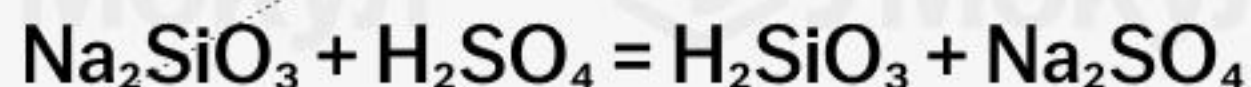
Силикат натрия, нитрит калия, дихромат натрия, серная кислота, иодид натрия, ацетат аммония.

ОВР: образуется простое вещество и две соли.



Восстановитель — NaI , окислитель — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

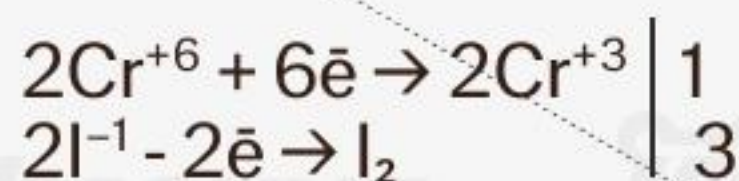
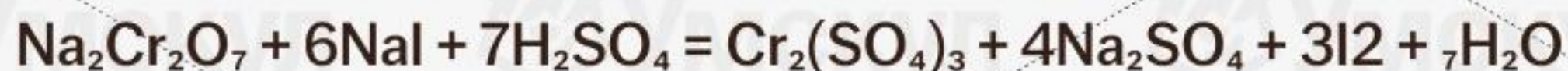
РИО: образуется осадок гидроксида.



№29 и 30

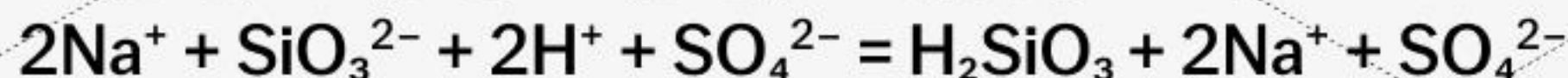
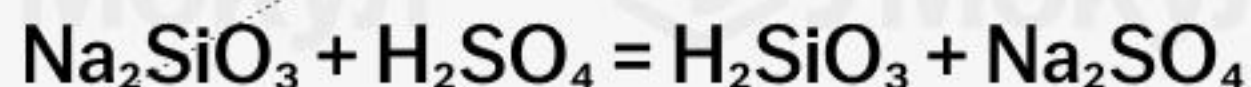
Силикат натрия, нитрит калия, дихромат натрия, серная кислота, иодид натрия, ацетат аммония.

ОВР: образуется простое вещество и две соли.

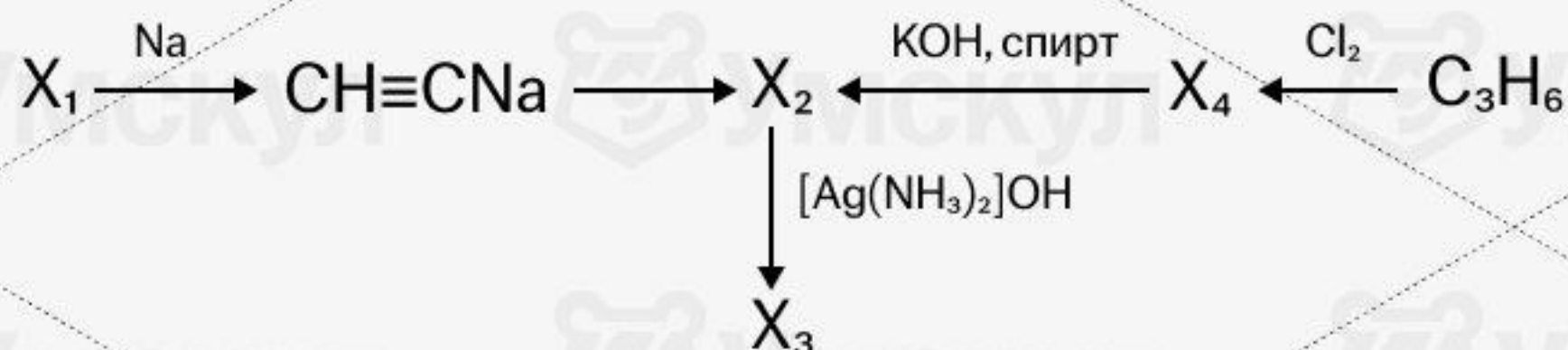


Восстановитель — NaI , окислитель — $\text{Na}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$.

РИО: образуется осадок гидроксида.



Используя структурные формулы органических соединений, составьте уравнения следующих превращений:



При написании уравнений реакций указывайте преимущественно образующиеся продукты, используйте структурные формулы органических веществ.

- $2\text{CH}\equiv\text{CH} + 2\text{Na} \rightarrow 2\text{CH}\equiv\text{CNa} + \text{H}_2$
- $\text{CH}\equiv\text{CNa} + \text{CH}_3\text{Cl} \rightarrow \text{CH}\equiv\text{C}-\text{CH}_3 + \text{NaCl}$
- $\text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + [\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]\text{OH} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CAg} + \text{NH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CH}_3-\text{CH}=\text{CH}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl}$
- $\text{CH}_3-\text{CHCl}-\text{CH}_2\text{Cl} + 2\text{KOH}_{(\text{спирт.})} \rightarrow \text{CH}_3-\text{C}\equiv\text{CH} + 2\text{KCl} + 2\text{H}_2\text{O}$

Органическое вещество А состава $C_xH_yN_zO_{4z}$ содержит 50,3% углерода по массе. При сгорании 8,35 г этого вещества образуется 560 мл (н.у.) азота. Известно, что вещество А образуется при действии смеси азотной и серной кислот на кислородсодержащее соединение Б.

На основании данных условия задания:

- 1) проведите необходимые вычисления (указывайте единицы измерения искомых физических величин) и установите молекулярную формулу органического вещества А;
- 2) составьте возможную структурную формулу вещества А, которая однозначно отражает порядок связи атомов в его молекуле;
- 3) напишите уравнение реакции получения вещества А действием смеси азотной и серной кислот.

Решение

$$n(C) = \frac{m(C) \cdot \omega(C)}{M(C)} = \frac{8,35 \text{ г} \cdot 0,503}{12 \text{ г/моль}} = 0,35 \text{ моль}$$

$$n(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_M} = \frac{0,560 \text{ л}}{22,4 \text{ л/моль}} = 0,025 \text{ моль}$$

$$n(N) = 2n(N_2) = 0,05 \text{ моль}$$

$$n(O) = 2n(N) = 0,2 \text{ моль}$$

Найдем количество атомов водорода в веществе:

$$m(\text{H}) = m(\text{A}) - m(\text{C}) - m(\text{O}) - m(\text{N}) = 8,35 \text{ г} - 0,35 \text{ моль} \cdot 12 \text{ г/моль} - 0,2 \text{ моль} \cdot 16 \text{ г/моль} - 0,05 \text{ моль} \cdot 14 \text{ г/моль} = 0,25 \text{ г}$$

$$n(\text{H}) = \frac{m(\text{H})}{M(\text{H})} = \frac{0,25 \text{ г}}{1 \text{ г/моль}} = 0,25 \text{ моль}$$

Выразим молекулярную формулу вещества А:

$$n(\text{C}) : n(\text{H}) : n(\text{N}) : n(\text{O}) = 0,35 : 0,25 : 0,05 : 0,2 = 7 : 5 : 1 : 4$$

Молекулярная формула вещества: $\text{C}_7\text{H}_5\text{NO}_4$

